

DIE PSEUDARTHROSE DES OS NAVICULARE

Operationsergebnisse

MARIO BERKI

1982

Dissertations- und Fotodruck ANNELIESE SCHUBERT
Corneliusstraße 21 · 8000 München 5 · Telefon 2014774

Aus der Orthopädischen Klinik der Universität
München

Direktor: Prof. Dr. A. N. Witt

DIE PSEUDARTHROSE DES OS NAVICULARE

Operationsergebnisse

IN A U G U R A L - D I S S E R T A T I O N
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten
Medizin an der Ludwig Maximilians-Universität
zu München



vorgelegt von
Mario Berki
aus
München
1982

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. B. Rosemeyer

Mitberichterstatter: Prof. Dr. A. N. Witt

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 23. März 1982



Einleitung

1. 7

Grundlagen

1. 8

Geographische Lage

1. 9

Historische Entwicklung Meinen Eltern gewidmet

1. 10

Geographische Entwicklung

1. 11

Die Verkehrsverhältnisse des heutigen Bielefeld

1. 12

Verkehrsverhältnisse Bielefelds

1. 13

Einblick in die Bielefelder

1. 14

Historische Verhältnisse des Bielefelder

1. 15

Verkehrsverhältnisse

1. 16

Verkehr der Bielefelder und Bielefelder

1. 17

Verkehr der Bielefelder

1. 18

Verkehr der Bielefelder

1. 19

Verkehr der Bielefelder und Bielefelder

1. 20

Verkehr der Bielefelder

1. 21

Verkehrsverhältnisse der Bielefelder

1. 22



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548326_0041

I N H A L T:

	<u>Seite:</u>
1. <u>Einleitung</u>	1, 2
2. <u>Grundlagen</u>	3 - 7
2.1 Begriffsbestimmung	3
2.2 Pseudarthrosenentstehung	3 - 5
2.3 Geschichtliche Entwicklung	5 - 7
3. <u>Die Navicularepseudarthrose aus heutiger Sicht</u>	8 - 20
3.1 Prädisponierende Faktoren	8
3.1.1 Anatomie und Biomechanik (Räumliches Verhältnis der Handwurzelknochen)	8 - 13
3.1.2 Unfallmechanismus	14
3.1.3 Fehler bei Diagnose und Therapie	14 - 16
3.1.4 Lage der Frakturlinien (intra-, extraartikulär)	16 - 18
3.1.5 Grad der Dislokation und Fehlstellung der Bruchstücke	18, 19
3.1.6 Gefäßversorgung der Fragmente	19, 20

3.2	Operationsmethoden	21 -
3.2.1	BECK'sche Bohrung	
3.2.2	Bolzung nach LAMBOTTE	
3.2.3	Resektion	
3.2.4	Teilresektion	
3.2.5	Zentrale Spanbolzung	
3.2.6	BARNARD-STUBBINS Verfahren	
3.2.7	STEINHÄUSER (Transscaphoideo-lunäre Resektionsarthroplastik)	
3.2.8	Arthrodese	
3.2.9	Zugschraubenostheosynthese	
3.2.10	Operationsmethode mit einer Kahnbeinplatte	
3.2.11	Teilersatz des Kahnbeines mit Silikon- Kautschuk-Prothese	
3.2.12	Die MATTI-RUSSE Operationsmethode	
4.	<u>Eigene Untersuchungen</u>	26 -
4.1	Material und Methode	26 -
5.	<u>Ergebnisse</u>	29 -
6.	<u>Patientenvorstellungen</u>	40 -
7.	<u>Diskussion</u>	46 -
8.	<u>Zusammenfassung</u>	
9.	<u>Literatur</u>	51 -

Einleitung

Die Kahnbeinfrakturen gehören zu den am häufigsten nicht erkannten Knochenbrüchen. Ihr Anteil an den Handwurzelverletzungen (BÖHLER, 1954) beträgt 34,6%, an sämtlichen Knochenbrüchen (GÖHRINGER, 1949) 2,21%. Aus dem unerkannten Kahnbeinbruch entwickelt sich bei ungenügender oder zu kurzer Fixation fast immer eine Pseudarthrose, die meist mit schmerzhaften Bewegungseinschränkungen verbunden ist. Die Häufigkeit der Kahnbeinbrüche und die wichtige Funktion des Handgelenkes mahnen zu sorgfältiger Untersuchung, zu richtiger Diagnose und Behandlung. Da eine Röntgenkontrolluntersuchung nicht selten nach 2 Wochen - infolge der eingetretenen resorptiven Verbreiterung des Bruchspaltes - eine Fraktur zur Darstellung bringt, ist für diesen Zeitraum schon beim klinischen Verdacht, auch ohne positiven Röntgenbefund bei der Erstuntersuchung, die Ruhigstellung mit Oberarmgips unter Einbezug des Daumengrundgelenkes angezeigt.

Bei frühzeitig eingeleiteter und regelmäßig kontrollierter Gipsfixation für 12 Wochen heilt die frische Navicularefraktur in über 95% der Fälle komplikationslos aus (AGNER, BOEHLER, et al.). In einem Teil der Fälle bildet sich eine Pseudarthrose, deren knöcherne Konsolidierung nur noch durch einen operativen Eingriff erreicht werden kann.

Die folgende Arbeit soll untersuchen, inwieweit die Operationsmethode nach MATTI-RUSSE eine Navicularepseudarthrose in die knöcherne Ausheilung und zur Beschwerdefreiheit des Patienten führen kann.

An der Orthopädischen Universitätsklinik München wurden im Zeitraum von 13 Jahren (1967 bis 1980) 130 Patienten wegen Navicularepseudarthrose operiert. Von den 63 nachuntersuchten Patienten wurden 42 nach der MATTI-RUSSE-Methode, weitere 12 Patienten wurden nach BARNARD-STUBBINS, 3 Patienten nach der STEINHÄUSER-Methode operiert und 6 proximale Fragmententfernungen durchgeführt.

2. Grundlagen

2.1 Begriffsbestimmung

Die echte Pseudarthrose als eine bindegewebig überbrückte Diskontinuität an einem nicht für ein Gelenk typischen Ort, ist morphologisch mit Abdeckelung der Markhöhle, knorpeligem Überzug, Gelenkkapsel und Bildung von Synovialflüssigkeit gekennzeichnet. Unter diesem Begriff werden alle innerhalb von 8 Monaten nicht konsolidierten Knochenbrüche - dem englischen Wort "non union" entsprechend - eingeordnet. Man unterscheidet einerseits fibröse, straffe und schlaaffe andererseits Kontakt- oder dislozierte Defektpseudarthrosen.

2.2 Pseudarthrosenentstehung

Bei der Fraktur des gesunden Knochens sind drei unterschiedliche Reparationsvorgänge zu beobachten: die direkte, die indirekte knöcherne oder Falschgelenkbildung.

- Die direkte knöcherne Vereinigung (ohne Kallusbildung) kann nur bei absoluter Ruhigstellung und Druck zwischen den Bruchenden erfolgen. Dabei wird der Frakturspalt von den Haverschen Kanälchen aus direkt überbrückt.

- Bei der indirekten Frakturkonsolidierung kann man 4 Stadien der Verknöcherung unterscheiden. Zuerst kommt es zu einer Blutung in den Bruchspalt aus dem Knochenmark-, Knochen- und Periostgefäßen. Das Frakturhämatom wird von periostalem, intermediärem und endostalem Granulationsgewebe durchbaut (Kapillaren, kollagenfaserbildende Mesenchymzellen). Dieses gefäßreiche Bindegewebe wird als der sogenannte bindegewebige Kallus bezeichnet.

Die gleichzeitig weiterproliferierenden peri- und endostalen Mesenchymzellen produzieren eine knorpelige oder osteoide Grundsubstanz. Von den Periostzellen wird zuerst ein knorpeliger Kallus gebildet. Dieser wird kalzifiziert und von Riesenzellen abgebaut. Die peri- und endostalen Mesenchymzellen wandeln sich zu Osteoblasten, die ihrer Funktion entsprechend einen neuen Knochen bilden. Der neue Knochen heißt provisorischer Kallus. In diesem Faserknochen-Kallus verlaufen die Knochenbalken ungerichtet. Sie werden nach einem nochmaligen Ab- und Aufbau durch Osteoklasten und Osteoblasten den Belastungskräften entsprechend ausgerichtet. Dieser gerichtete Knochen ist der nun endgültig wiederhergestellte Knochen.

- Bei mangelhafter Ruhigstellung kann die Bruchheilung in den Stadien "bindegewebiger" und "knorpeliger Kallus" verbleiben, dies führt zu einer nur bindegewebigen oder mit zuviel Knorpelgewebe ausgestatteten Verbindung. Die Beweglichkeit dieser Verbindung ist bleibend, eine Pseudarthrose ist entstanden.

Im Röntgenbild zeigt sich bei einer biologisch aktiven oder hypertrophen Pseudarthrose ein (hypertroph) gesteigerter Knochenumbau mit unruhig strukturiertem Kallus. Bei inaktiven oder atrophischen Pseudarthrosen fehlt die Kallusbildung.

2.3 Geschichtliche Entwicklung

Im Jahre 1897 berichtete der Lyoner Chirurg DESTOT als erster über Kahnbeinbrüche der Hand. Zwischen 1903 und 1910 vertraten BLAU, VIALLE, CODMANN und CHASE, DOWN und BRAUN die Ansicht, daß durch kurzfristige Ruhigstellung und anschließende physikalische Behandlung der Bruch des Kahnbeins auszuheilen ist. Dagegen waren PAGENSTECHER, SACKUR, GÖBEL, HIRSCH und GARA der Meinung, daß beim gebrochenen Kahnbein die Bruchstücke in toto zu entfernen sind, weil sich sonst fast immer eine Arthrose des Handgelenkes bilden würde.

In der Folge wurden viele unterschiedliche Ansichten dargestellt. So teilte SCHNEK (1929) mit, daß von 152 Kahnbeinbrüchen, die er mit dorsaler Gipsschiene 6 Monate ruhiggestellt hatte, 144 knöchern ausgeheilt waren. 1928 haben ADAMS und LEONHARD als erste eine Knochenbohrung vorgeschlagen, mit der durch einen Knochenspan die

beiden Fragmente vereinigt werden sollten.

1937 veröffentlichte MATTI eine Methode der "Spongiosapломbe" am gebrochenen Kahnbein. 1943 beschrieb MATZ als erster die Verschraubung.

BARNARD und STUBBINS beschrieben 1948 einen ergänzenden Eingriff zur Behandlung des Kahnbeinbruches. Da sie dem Processus styloideus radii eine störende Wirkung als Hypomochlion zur Last legten, an dem sich arthrotische Veränderungen manifestieren, schlugen sie vor, ihn bei der Bolzung zusätzlich zu entfernen.

RUSSE kam 1951 auf das von MATTI dargelegte Verfahren zurück, er modifizierte dessen Zugangsweg und benutzte einen corticospongiösen Span.

1963 wurde von WILLENEGGER, MÜLLER, ALLGÖWER und HEIM die von MATZ bereits früher (1943) vorgeschlagene Verschraubung wieder aufgegriffen und weiterentwickelt. Die Indikationstellung für die Verschraubung richten sie allerdings weniger auf echte Pseudarthrosen als auf dislozierte und instabile frische Frakturen, z. B. bei der transnavicularen perilunären Luxationsfraktur, benannt auch nach DE QUERVAIN (1868 - 1941). Laut ALLGÖWER kann dabei neben der Navicularefraktur das Lunatum an Ort und Stelle in seiner Verbindung mit dem Radius bleiben, während die übrigen Handwurzelknochen nach dorsal dislozieren. Wenn hingegen das dorsale Band des Os lunatum reißt, kann dieses allein volar austreten und sich um 180 Grad drehen. In diesem Fall kommt es nicht zur Dorsalluxation der übrigen Handwurzelknochen, aber zu Druckerscheinungen auf den Nervus medianus. Bei alleinigen veralterten volaren Luxationen des Os lunatum muß die Reposition in-

dessen meist auch operativ erfolgen. Um die postoperativen Beschwerden zu verringern, schlugen WILHELM (1966) und BUCK-GRAMCKO (1972) vor, bei der Styloidektomie bewußt sensible Äste des Nervus radialis zu durchtrennen.

Das inzwischen allgemein "MATTI-RUSSE" genannte Kombinationsverfahren: Aushöhlung des Naviculare, Füllung mit Spongiosa und Deckelung mit corticospongiösem Span, wird von vielen Autoren (u.a. RITTER, 1953, CONTZEN, 1957, SCHINDLER, 1961, FLEISCHER, 1965, BUCK-GRAMCKO, 1972) bei der Kahnbeinpseudarthrose als Behandlungsmethode der Wahl anerkannt.

3. Die Navicularepseudarthrose aus heutiger Sicht

3.1 Prädisponierende Faktoren

Für die Entwicklung von Pseudarthrosen bei der Navicularefraktur haben sich die folgenden Faktoren als bedeutsam erwiesen:

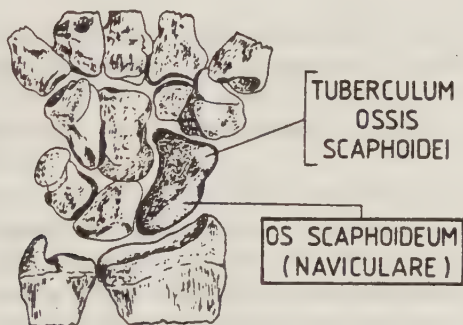
- Anatomie und Biomechanik
(Räumliches Verhältnis der Handwurzelknochen)
- Fehler bei Diagnose und Therapie
- Lage der Frakturlinien
(intra-, extraartikulär)
- Grad der Dislokation und Stellung
der Bruchstücke
- Gefäßversorgung der Fragmente.

3.1.1 Anatomie und Biomechanik

Das Kahnbein (Os naviculare manus, Os scaphoideum) besitzt die äußere Form eines unregelmäßigen Ellipsoides und ist der am weitesten radial gelegene Knochen der proximalen Handwurzelreihe. Die rauhen facies volaris und dorsalis werden durch eine scharfe Kante radialseitig voneinander getrennt.

An dieser Seite weist es eine proximal gerichtete Konvexität auf, distal am Rande befindet sich ein tuberculum ossis navicularis, an dem sich das Ligamentum carpi volare proprium anheftet.

Die Ulnarseite verfügt über eine kleine ebene Gelenkfläche zum Os lunatum, weiter distal eine konkav gewölbte gelenkige Verbindung zum Os capitatum. Distal ist das Kahnbein mit den Ossa multangula gelenkig verbunden (Abb. 1).



Oben von palmar
Unten von dorsal

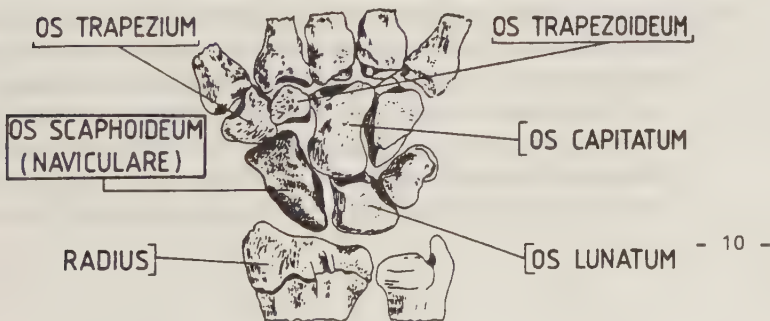


Abb. 1

Die Bewegungen der Hand werden nach VON LANZ (1953) durch mehrere Gelenke ermöglicht:

1. Articulatio radio-carpea,
als proximales Handgelenk,
2. Articulatio intercarpea,
als distales Handgelenk,
3. Verbindungen der proximalen
Handwurzelknochen untereinander,
4. Verbindungen der distalen
Handwurzelknochen untereinander,
5. Articulatio carpo-metacarpea.

Die proximalen Gelenkkörper sind durch die Liggg. intercarpea dorsalia, palmaria und interossea verbunden. Diese Bänder sind schlaff und geben dem Kahn-, Mond- und Dreieckbein einen relativ großen Bewegungsraum, in dem sie sich erheblich gegeneinander verschieben. Die distalen Gelenkkörperbänder sind so kurz und kräftig, daß sie nur eine vernachlässigbar geringe Verschiebung ermöglichen.

In der Articulatio radio-carpea und Articulatio intercarpea werden die Handbewegungen Dorsal- (= Extension) und Volarflexion (= Palmarflexion), sowie Radial- und Ulnarabduktion ausgeführt. Diese Bewegungen erfolgen in zwei aufeinander senkrecht stehenden Achsen. Damit kann man das (proximale) Handgelenk als ein zweiachsiges "Eigelenk" bezeichnen. Die beiden den Achsen entsprechenden Gelenkflächendurchmesser unterscheiden sich in der

Länge, der dorso-volare ist kürzer.

Die Gelenkflächen von *Articulatio radio-carpea* und *Articulatio intercarpea* sind unterschiedlich. Beim proximalen Handgelenk ist der Gelenkkopf gleichmäßig rund. Er besteht aus den drei Handwurzelknochen *Os naviculare*, *Os lunatum* und *Os triquetrum*, die als ein in sich verstellbarer knöcherner *Discus* betrachtet und mit den Kugeln eines Kugellagers verglichen werden können. Ihr Bewegungsraum wird jedoch durch Form und ligamentäre Verbindungen eingeschränkt.

Die proximalen Handwurzelknochen werden durch die Bewegungen der distalen Handanteile gegen den Unterarm mitbewegt. Keiner der für die Bewegungen des Handgelenkes in erster Linie verantwortlichen Unterarmuskeln inseriert an ihnen.

Die distalen Gelenkflächen sind durch das *Os naviculare*, das beide *Carpalreihen* überbrückt, komplizierter. Die distale Gelenklinie erscheint dadurch, im Gegensatz zur proximalen, unregelmäßig S-förmig gekrümmt (Abb. 2). Das Kahnbein bildet gleichzeitig eine Gelenkpfanne für das *Os capitatum* und einen Gelenkkopf für die *Ossa multangula*.

Somit nimmt das *Os naviculare* innerhalb der Handwurzelknochen eine Sonderstellung ein. Es ist an beiden Handwurzelreihen beteiligt und bei Handbewegungen um mehrere Achsen beweglich, dabei ist es durch straffe Bandzüge mit dem Radius, dem *Os lunatum*, dem *Os capitatum* und den *Ossa multangula* verbunden.

Die Kahnbeinbewegungen ergeben sich aus den Bewegungen gegen und mit dem Os lunatum. Bei äußerster Radialabduktion und dorso-volarer Mittelstellung der Hand kippt das Kahnbein quer zur Handmittelachse und volarwärts gegenüber dem lunatum, wodurch der notwendige Bewegungsspielraum für die Trapezbeine geschaffen wird. Dabei wird die proximale Carpalreihe auf die Radiusgelenkfläche niedergedrückt und auf der Ulnarseite von der Gelenkfläche abgehoben (Abb. 2).

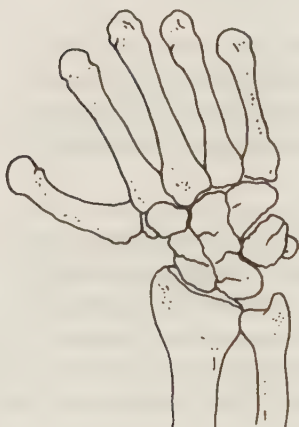


Abb. 2



Abb. 3

Bei Ulnarabduktion findet ein fortschreitendes Abheben vom Radiusrand her statt, wobei das Kahnbein mit der ganzen proximalen Handwurzelreihe unter leichter Drehung radialwärts gleitet.

Die distale Handwurzelreihe gleitet und dreht sich auf der proximalen, der Abstand zwischen dem Processus styloideus radii und den Multangula wird dadurch grösser; das Kahnbein kippt dorsalwärts und kann sich zum lunatum mehr längsstellen (Abb. 3).

3.1.2 Unfallmechanismus:

Wie die Mehrzahl der Verletzungen des Handgelenkes und der Handwurzel, entsteht der Bruch des Kahnbeins beim Sturz auf die Hand. Aus der Biomechanik ist ersichtlich, daß bei der radial abduzierten Hand das Naviculare fast senkrecht zum Radius steht. Wenn daneben eine Dorsalex-tension erfolgt, was bei Abwehrbewegungen, ob Sturz oder Sport, fast immer der Fall ist, wird der proximale Kahn-beinanteil zwischen Radius und Capitatum bzw. Trapezium zangenartig fixiert. Daraus ist verständlich, daß der typische Unfallmechanismus der Sturz auf die überstreckte und radial abduzierte Hand ist.

3.1.3 Fehler bei Diagnose und Therapie

Diagnostische und therapeutische Probleme bieten sowohl die anatomische Lage als auch die Häufigkeit der Fraktur des Kahnbeins. BÖHLER wie auch LANGE zeigten, daß die Verletzungshäufigkeit des Kahnbeins an erster Stelle bei den Traumen im Handgelenksbereich liegt.

Entsprechende Beobachtungen wurden auch an der Orthopädischen Klinik in München gemacht. Neben den anatomischen Problemen, die eine Naviculare-Falschgelenksbildung auf-zeigt, ist die Frage nach der Diagnose und Therapie von großer Bedeutung. In vielen Fällen, die in der Literatur beschrieben wurden, konsultierte man entweder nach dem Trauma keinen Arzt oder es wurde von ärztlicher Seite die Fraktur nicht erkannt.

Als typische klinische Zeichen für eine Navicularefraktur gelten:

- der Druckschmerz in der Tabatière,
- der Zug- und Stauchungsschmerz am ersten Handstrahl,
- die Unmöglichkeit des Aufstützens auf die Hand und
- die Einschränkungen der Beweglichkeit (Extension, Flexion, Rotation) sowie
- die Verminderung der Kraft.

Eine Unterlassung der Röntgenuntersuchung nach dem Trauma ist ein häufiger Grund, einen frischen Navicularebruch übersehen zu haben. Die darauf folgende ungenügende oder sogar fehlende Fixation führt zur Pseudarthrosenbildung.

An dieser Stelle soll kurz auf die Definition der frischen oder veralteten Kahnbeinverletzung eingegangen werden. Nach TROJAN und JAHNA sind Brüche, die bis spätestens 14 Tage nach dem Trauma in Behandlung kommen als frisch zu bezeichnen.

Veraltet sind die Brüche, bei denen die Bruchspalten wegen Resorptionsvorgängen an den Bruchflächen erweitert sind oder bei denen die Resorption so weit fortschreitet - in 3 bis 12 Monaten -, daß es dort zur Höhlenbildung kommt.

Etwa 10 Monate nach dem Trauma beginnt die kalkdichte Abdeckelung der Bruchflächen, so daß ab diesem Zeitpunkt von einer Pseudarthrose gesprochen werden muß.

Eine Trennung zwischen veralteten Brüchen und Pseudarthrosen gelingt nur unter Berücksichtigung der Anamnese.

3.1.4 Lage der Frakturlinien

Kahnbeinkörperfrakturen gelten als intraartikuläre Frakturen, weil das Kahnbein mit Ausnahme des Tuberculum von knorpeligen Gelenkflächen umgeben ist. Da das Tuberculum mit Periost überzogen ist, heilen seine Frakturen i.a. komplikationslos. Die Navicularekörperfrakturen müssen endostal heilen, da sie keine periostale Kallusbildung haben. Bei der an sich genügenden endostalen Kallusbildung führt nach GEISER und LEXER die ungenügende Ruhigstellung der Fragmente zur Erschöpfung der osteogenen Regenerationspotenz und damit zur Pseudarthrose.

Hinzu kommt, daß nach CARSTENSEN, KEICHEL und SCHLUETTER die Spongiosabälkchen in der Navicularemitte nicht so stark und dicht sind wie in der übrigen Knochenstruktur. Deshalb kommt es in der Mitte des Kahnbeines häufiger zu Pseudarthrosen.

Die Gelenklinie der Articulatio intercarpea verläuft in der unverletzten Handwurzel funktionell zwischen den proximalen und distalen Handwurzelknochen, nämlich den Os naviculare, lunatum, triquetrum, trapezium einerseits und dem Os trapezoideum, capitatum und hamatum anderseits (Abb. 4).

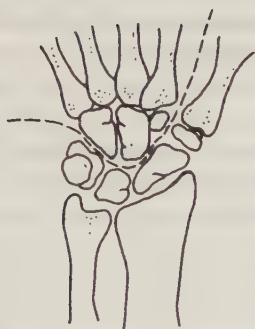


Abb. 4

(Abb. 4 und 5 nach BUNNEL-BÖHLER)

Bei einem Navicularebruch verläuft dagegen das funktionelle Intercarpalgelenk durch den Bruchspalt (Abb. 5).



Abb. 5

Wird zum Beispiel die Hand volarflektiert, öffnet sich der Bruchspalt nach dorsal (Abb. 6), bei dorsaler Extension nach ventral (Abb. 7).



Abb. 6



Abb. 7

Nach TROJAN führt die veränderte Gelenkmechanik bei ungenügender Fixation zu Scher- und Kippbewegungen. Die knöcherne Konsolidierung wird dadurch unmöglich.

3.1.5 Grad der Dislokation und Fehlstellung der Bruchstücke

Nach dem Verlauf der Frakturlinien sind der Grad der Dislokation und die Stellung der Fragmente für die Heilungstendenz von großer Wichtigkeit.

Zur Dislokation oder Diastase der Fragmente kann es infolge gegengerichteten Bandzuges kommen. BÖHLER fand bei 576 frischen Kahnbeinfrakturen 12% primäre Fragmentdiastasen, von diesen primären Diastasen entwickelten 10% eine Pseudarthrose. Nach KESSLER kommt es neben der Diastase noch zu einer Rotation des distalen Fragmentes. ADAM, LEONHARD, KESSLER und RUSSE fanden Kapsel- oder Bandanteile zwischen den Fragmenten interponiert, wodurch die Diastase langfristig fixiert wurde.

Bei Y-Brüchen sind die Zwischenstücke isoliert und können sich frei bewegen, eventuell auflösen. Die Frakturlinien werden von verschiedenen Autoren unterschiedlich in horizontale, vertikale, proximale, mediale oder distale Brüche eingeteilt.

3.1.6 Gefäßversorgung der Fragmente

Die arterielle Versorgung ist jedoch trotz zahlreicher Untersuchungen nicht befriedigend dargestellt.

Nach LÜTZELER (1932) erfolgt die Hauptversorgung durch Äste der dorsalen und carpalen Verzweigung der Arteria radialis. VON LANZ (1953) beschreibt den Ramus dorsalis arteriae radialis, der mit dem Ramus carpeus dorsalis arteriae ulnaris, dem Endast der Arteria interossea dorsalis und dem Endast der Arteria interossea volaris das Rete carpi dorsalis bildet.

Die Gefäße treten vorwiegend im distalen und mittleren Drittel des Kahnbeines ein. Das proximale Drittel weist nach BÖHLER wie auch BUNNEL nur in 30% der Fälle eine eigene Gefäßversorgung auf. Die feinen Verästelungen

durchdringen das Ligamentum carpi transversum und bilden ein arterielles Periostnetz sowie ein ins Knocheninnere führendes Arteriennetz.

Aus dem Ligamentum collaterale radiale entstammt ein Gefäßnetz das zum Tuberculum naviculare zieht. Ferner erfolgt die Zufuhr aus einem Netz, das dem Ligamentum radiale carpeum dorsale entspringt.

Zur makroskopischen Beurteilung der Blutversorgung kann man die Foramina nutritia heranziehen. Nach LOGROSCINA und DI MARCHI (1938) sind sie am Kahnbein kleiner als an den anderen Handwurzelknochen. Die größten Foramina nutritia des Os naviculare findet man nach OBLETZ (1944) in der distalen Hälfte des Knochens.

In 13% der Fälle gibt es im proximalen Teil keine Foramina, in 10% gibt es ein kleines Foramen nutritium im mittleren Teil, der sog. Taille oder prox. davon, während es in 67% der Fälle 2 Foramina nutritia proximal von der Mitte gibt. Daher wird angenommen, daß bei einer Fraktur im mittleren Drittel des Naviculare die Blutversorgung des proximalen Navicularedrittels in einem Drittel der Fälle in Frage gestellt sei.

Dagegen sind NIEDENZU (1962) und A WENGEN (1971) der Meinung, daß eine völlig ausreichende Blutversorgung des Naviculare vorhanden sei und als Ursache für eine Pseudarthrosenentwicklung nicht in Betracht gezogen werden könne.

Die Devitalisierung des frakturierten Kahnbeins kann durch eine Beeinträchtigung der Blutversorgung verursacht werden.

3.2 Operationsmethoden

3.2.1 BECK'sche Bohrung:

Sie wird durchgeführt, um eine Knochenwundauffrischung zu erreichen. Der Zugang kann transkutan mit oder ohne Hautschnitt gewählt werden, dann wird die Pseudarthrose des Kahnbeins von radial und distal - eventuell mehrfach - aufgebohrt, dies erleichtert die Revaskularisation und Revitalisierung.

3.2.2 Bolzung nach LAMBOTTE:

Von LAMBOTTE wurden 1913 Fremdkörper als Implantate für die Kahnbeinbolzung benützt. Er empfahl, in den vorgebohrten Kanal einen Elfenbeinstift einzuschlagen, der natürlich als Fremdkörper und totes Gewebe nicht assimiliert werden konnte und die mechanischen Belastungen nicht auszuhalten vermochte.

3.2.3 Resektion:

HIRSCH (1928) galt als beharrlicher Vertreter der Resektion (Totalexstirpation). Nach BÖHLER sollte die Totalextirpation nur dann durchgeführt werden, wenn die Bruchstücke sklerotisch und zystisch durchsetzt sind und wenn sonst noch größere Behinderungen zu erwarten sind. Nach SCHINK (1960) führt sie zu einem Dauerschaden infolge der erheblichen Funktionsstörung, die durch das fehlende aber zur Belastung des Handgelenkes notwendige Naviculare verursacht wird.

3.2.4 Teilresektion:

OBLETZ und HALBSTEIN (1938) und GEISSENDÖRFFER (1943) empfahlen Teilresektion nur bei sehr kleinen Fragmenten.

3.2.5 Zentrale Spanbolzung:

Erstmals wurde die zentrale Spanbolzung 1928 von ADAMS und LEONHARD durchgeführt. WITTMANN (1978) hat sie auch angewandt nach der von WILHELM und SPERLING (1963) angegebenen Methode. Dabei wird unter Bildwandlerkontrolle ein Kirschner-Draht ins Kahnbein eingeschlagen. Auf diesen Draht wird ein längskannelierter Spezialbohrer gesetzt und durch das Os naviculare geführt. Dann wird der aus dem Olecranon entfernte passende Knochenspan in das Bohrloch geschlagen. Eine Fragmentdiastase muß dabei verhindert werden.

3.2.6 BARNARD-STUBBINS Verfahren:

Es wird im allgemeinen ergänzend zu anderen Verfahren verwendet. So zum Beispiel zur zentralen Bolzung, wobei der Processus styloideus radii zusätzlich entfernt wird und eventuell als Implantat benutzt werden kann. Dies wird heute nicht mehr befürwortet, weil im Gegensatz zum Beckenkammspan Spongiosa und Corticalis des Processus styloideus radii für diesen Zweck wenig geeignet sind.

3.2.7 STEINHÄUSER (Transscaphoideo-lunäre Resektionsarthroplastik):

Nach dorsalem Hautschnitt werden die Entfernung des proximalen Navicularetteiles sowie des Os lunatum und Resektion oder Verkleinerung des distalen Navicularerestes durchgeführt. Das Köpfchen des Os capitatum kann sich jetzt in die Radiusbasis einstellen und ohne Platzkonkurrenz eine befriedigende Beweglichkeit im Handgelenk ermöglichen.

3.2.8 Arthrodesen:

Sie wird den palliativen Eingriffen zugeordnet und sehr selten angewandt wie in Fällen von Arthrose und schwersten Bewegungsstörungen.

3.2.9 Zugschraubenosteosynthese:

Die Verschraubung wird mehr für frühe Brüche empfohlen (KOOB, 1972). Unter Bildwandlerkontrolle wird ein Richtungsdraht ins Kahnbein geführt, dann wird der Knochen aufgebohrt und ein Gewinde für die kannelierte Schraube geschnitten. Bei der eingesetzten Schraube dürfen die Schraubengänge nicht in das periphere Fragment hineinragen. Nach MÜLLER-FÄRBER (1977) sollte nach der Operation eine 6 Wochen andauernde Gipsfixation erfolgen.

3.2.10 Operationsmethode mit einer Kahnbeinplatte:

ENDER (1977) entwickelte ein Plättchen, das er dem Kahnbein von palmar her an die konkave Seite anschraubt. Das Plättchen hat die dem Naviculare entsprechende konkave Form, einen zentralen Haken und peripher ein Schraubenloch. Das Plättchen wird immer mit einem ergänzenden Spongiosablock angewandt. Drei Plattengrößen haben sich als ausreichend erwiesen. Unter Umständen kann ein Plättchen noch individuell angepaßt werden.

Vorteile: es ist kein Bildwandler nötig und nur eine kurze Gipsfixation erforderlich.

3.2.11 Teilersatz des Kahnbeines mit Silikon-Kautschuk-Prothese:

FELDMEIER und WILHELM (1981) entwickelten eine Kahnbeinprothese, die bei avaskulärer Nekrose statt des nekrotischen Fragmentes eingesetzt wird. Das korrespondierende vitale Fragment kann in seinem ligamentären Verband belassen werden. Die angepaßte Prothese wird nur passiv mitbewegt. Bei avitalem proximalen Fragment wird radio dorsal, bei einem distalen lateral eingegangen. Das Fragment wird entfernt, die Pseudarthrosenfläche begradigt. Die Prothese wird auf die notwendige Größe zurechtgeschnitten, dann mit einer Kapselnaht und Kapselplastik angeschlossen. Postoperativ erfolgt eine 4 Wochen lange Immobilisation. Langzeitergebnisse stehen hierfür noch aus.

3.2.12 Die MATTI-RUSSE Operationsmethode:

Sie wird in der Orthopädischen Universitätsklinik München folgendermaßen durchgeführt:

Zugang über die Sehne des Flexor carpi radialis. Nach Darstellung der Pseudarthrose wird eine Nute in das Naviculare gemeißelt, das pseudarthrotische Gewebe ausgeräumt und mit einer Kugelfräse bis in gesunde Spongiosa ausgefräst. Der aus dem Olecranon oder Beckenkamm entnommene Span wird in die ausgehöhlten Fragmentanteile eingefalzt, so daß sich eine gute primäre Stabilität ergibt. Der Span wird dann mit spongiösem Knochen umfüttert. Nach Röntgenkontrolle erfolgt schichtweiser Wundverschluß, ein steriler Verband wird angelegt, kurzer Oberarmgips mit Daumeneinschluß.

4. Eigene Untersuchungen

4.1 Material und Methode

An der Orthopädischen Universitätsklinik in München wurden 130 Patienten zwischen 1967 und 1980 wegen Navi-
cularepseudarthrose operativ versorgt. Es konnten 63 von
ihnen zwischen 10 Monaten und 13 Jahren post operationem
nachuntersucht werden.

Wahl der Operationsmethode:

Von unseren Patienten wurden 42 nach der MATTI-RUSSE-
Methode operiert.

In 12 Fällen wurde die BARNARD-STUBBINS-Methode ange-
wandt.

Sechsmal wurde die Proximale Teilresektion durchgeführt.

Nach der STEINHÄUSER-Methode wurden 3 Patienten
operiert.

Wir erfragten zunächst die subjektiven Beschwerden vor
sowie nach der Operation.

Die Bewertung der subjektiven Angaben erfolgte in
folgender Weise:

- | | |
|-------------------------------------|-----|
| - Keine Schmerzen | + + |
| - Schmerzen bei starker Belastung | + |
| - Schmerzen bei geringer Belastung | + - |
| - Schmerzen ohne Belastung | - |
| | |
| - Geschätzte Bewegungseinschränkung | |
| | |
| - Geschätzter Kraftverlust. | |

Kriterien für die objektive Beurteilung waren:

für den Röntgenbefund:

- | | |
|---------------------------------------|-----|
| - Vollständige köcherne Konsolidation | + + |
| - Span gut eingebaut | + |
| - Sklerotische Aufhellungen | + - |
| - Nicht knöchern durchbaut | - |

Objektive Kriterien waren:

Bewegungseinschränkungen in Winkelgrade bei:

- Extension und Flexion:

0° = ohne jede Bewegungseinschränkung
bis 10° = ohne jede + geringe Bewegungseinschränkung

- Abduktion:

0° = ohne Bewegungseinschränkung
bis 5° = ohne und minimale Bewegungseinschränkung
bis 10° = ohne jede, minimale und mäßige
Bewegungseinschränkung

Die Patienten wurden auch nach dem Trauma gefragt und zwar, ob eines bekannt, nicht bekannt oder nicht erinnerlich sei. Bei den bekannten wurde wie folgt aufgeschlüsselt:

- Sportunfälle
- Arbeitsunfälle
- sonstige.

Umfassende Klinische Beurteilung:

- | | | |
|--------------------------------|---|---|
| - sehr gute Heilungsergebnisse | + | + |
| - gute Heilungsergebnisse | | + |
| - keine Änderung | + | - |
| - Verschlechterung | | - |

5. Ergebnisse

Bei unseren Untersuchungen zeigte sich, daß ca. 60% der befragten Patienten trotz eines bekannten Unfalls nicht sofort einen Arzt aufsuchten. Viele der Patienten arbeiteten, obwohl sie Schmerzen hatten, weiter oder versuchten, sich selbst durch elastische Binden zu helfen. Die Hälfte der Befragten kam erst 3 Monate nach dem Auftreten der Schmerzen zum Arzt, am längsten wartete ein Patient, der nach 20 Jahren kam.

Bei unseren Befragungen ergaben sich folgende Ergebnisse:

bei 40 Patienten (= 63%) war ein Trauma sicher bekannt,

bei 20 Patienten (= 31,7%) war das Trauma nicht genau
bekannt, ein Trauma jedoch
erinnerlich.

Nur 3 Patienten gaben an, daß eine traumatische Einwirkung nicht Erinnerlich sei.

Der Anteil der operierten Frauen ist gering, er beträgt 5,6%.

Die Verteilung der Unfallereignisse mit folgenden Operationen auf die rechte und linke Hand ist mit 56 zu 55 ausgeglichen. Da Rechtshänder mit 80% überwiegen, ergibt sich kein erkennbarer Zusammenhang zwischen der dominanten und der traumatisierten Hand.

Der Altersdurchschnitt liegt, in Übereinstimmung mit den Angaben in der Literatur, bei etwa 27 Jahren (Abb. 8).

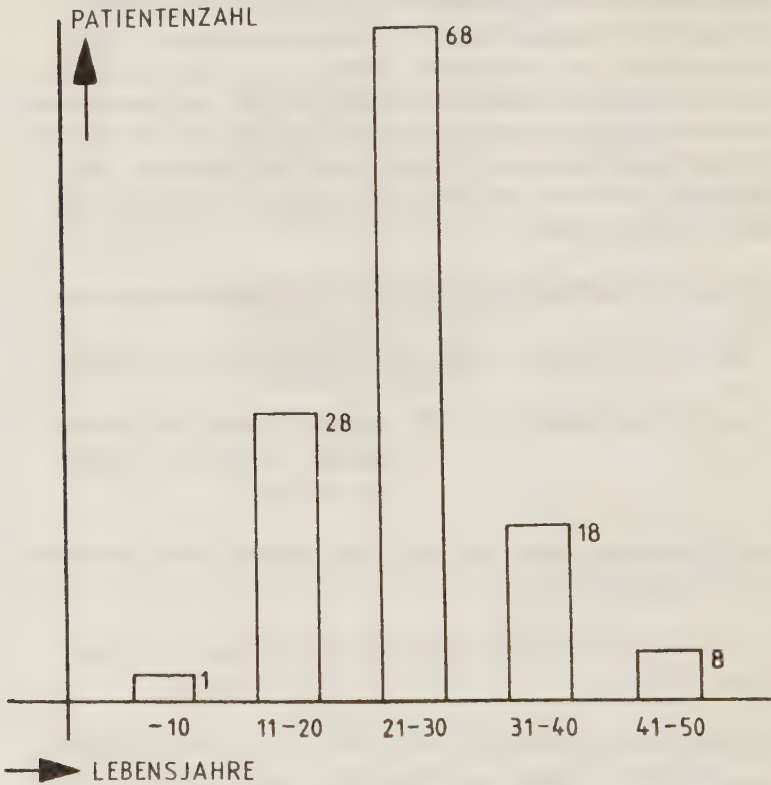


Abb.8

Die Frakturursachen verteilen sich ziemlich ausgeglichen auf:

- Sportunfälle = 33%
- Arbeitsunfälle = 37%
- sonstige = 30%.

Die Patienten wurden nach ihren Schmerzen vor der Operation befragt. Nahezu alle gaben Schmerzen im Handgelenk, über der Tabatière oder beim Faustschluß an. Über eine Bewegungseinschränkung wurde ebenso oft geklagt.

Nach den Operationen war die Bewegungseinschränkung bei den Methoden nach MATTI-RUSSE, BARNARD-STUBBINS, STEIN-HÄUSER und der proximalen Fragmententfernung wie folgt:

Bei Extension und Flexion:

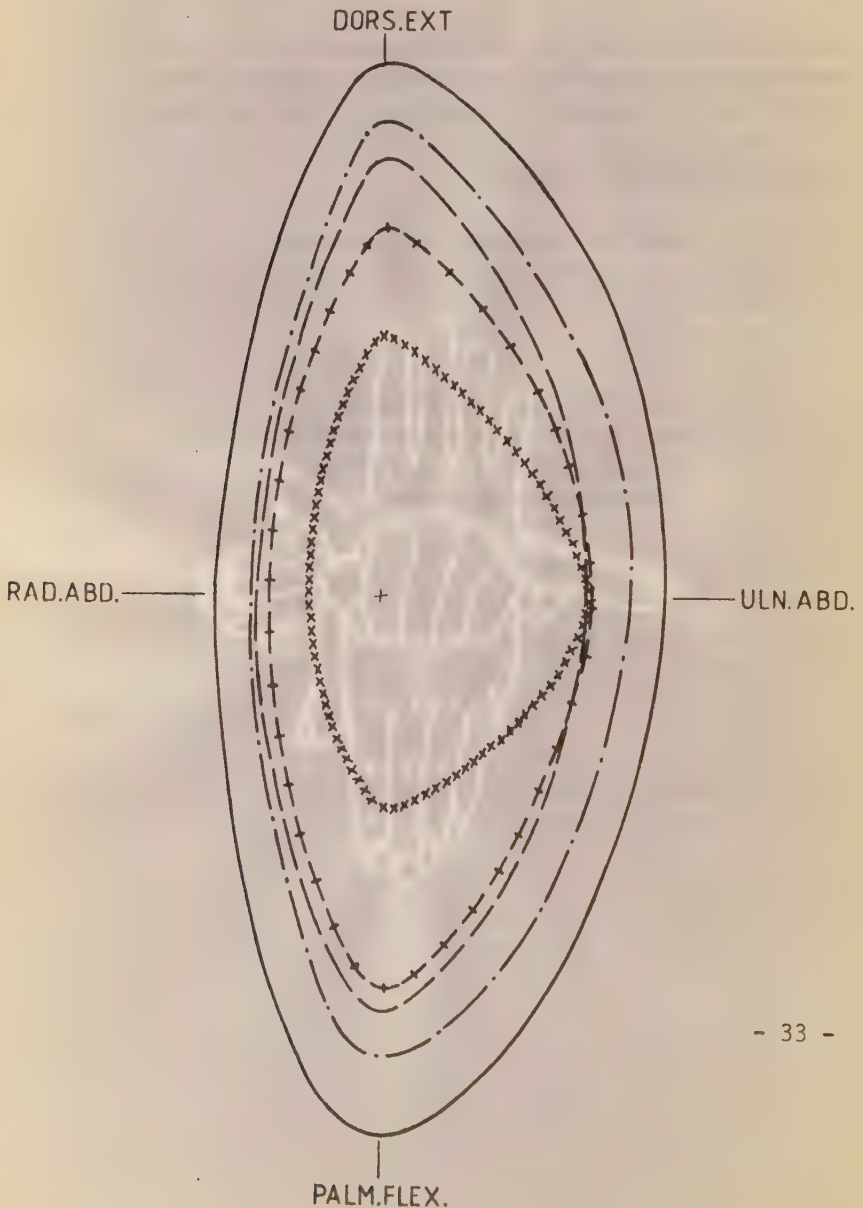
0° = ohne jede Bewegungseinschränkung
bis 10° = ohne jede + geringe Bewegungseinschränkung

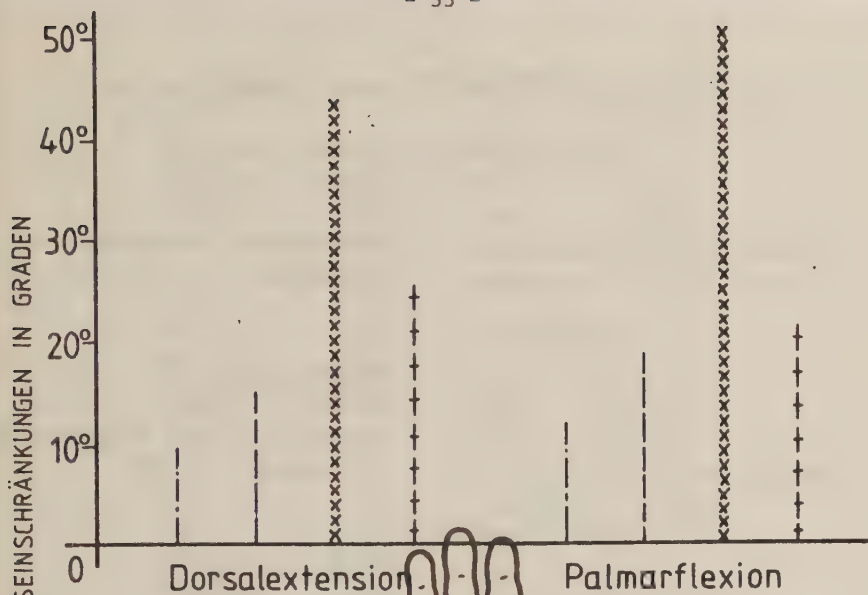
Bei Abduktion:

0° = ohne Bewegungseinschränkung
bis 5° = ohne und minimale Bewegungseinschränkung
bis 10° = ohne jede, minimale und mäßige
Bewegungseinschränkung

BEWEGUNGSEINSCHRÄNKUNGEN IN DEN 4 RICHTUNGEN
NACH DEN 4 OPERATIONS-METHODEN

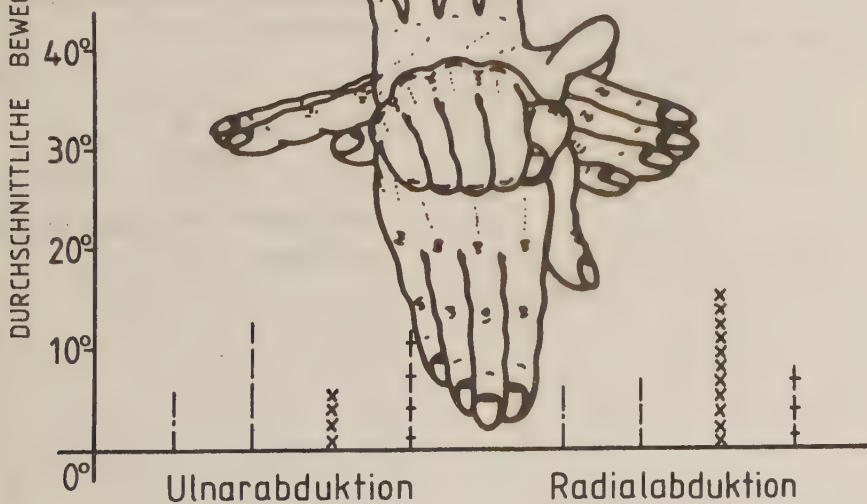
- | | | | |
|-----------|----------------------|---------|------------------|
| ————— | NORMAL BEWEGLICHKEIT | —+—+—+— | BARNARD STUBBINS |
| — · — · — | MATTI-RUSSE | xxxxxx | STEINHÄUSER |
| ----- | PROXIMALE RESEKTION | | |





Dorsalextension

Palmarflexion



Ulnarabduktion

Radialabduktion

Operation nach MATTI-RUSSE: 42 Patienten

- Dorsalextension:	58,5%	-	0°
	73%		bis 10°
	27%		> 10°
	Durchschnittliche Bewegungseinschränkung: 9,5°		
- Palmarflexion:	44%	-	0°
	68,4%		bis 10°
	31,6%		> 10°
	Durchschnittliche Bewegungseinschränkung: 11,8°		
- Radialabduktion:	49%	-	0°
	63,4%		bis 5°
	83%		bis 10°
	17%		> 10°
	Durchschnittliche Bewegungseinschränkung: 5,5°		
- Ulnarabduktion:	61%	-	0°
	63,4%		bis 5°
	83%		bis 10°
	17%		> 10°
	Durchschnittliche Bewegungseinschränkung: 5,8°		

Operation nach BARNARD-STUBBINS: 12 Patienten

- Dorsalsextension: 8,3% - 0°
25% bis 10°
75%! $> 10^{\circ}$
Durchschnittliche Bewegungseinschränkung: $25,8^{\circ}$
- Palmarflexion: 8,3% - 0°
58,3% bis 10°
41,7% $> 10^{\circ}$
Durchschnittliche Bewegungseinschränkung: $22,5^{\circ}$
- Radialabduktion: 25% - 0°
50% bis 5°
66,6% bis 10°
33,4% $> 10^{\circ}$
Durchschnittliche Bewegungseinschränkung: $7,9^{\circ}$
- Ulnarabduktion: 16,6% - 0°
25% bis 5°
50% bis 10°
50% $> 10^{\circ}$
Durchschnittliche Bewegungseinschränkung: $11,6^{\circ}$

Operation nach STEINHÄUSER: 3 Patienten

- Dorsalextension: keiner der Patienten ohne/oder mit minimaler Bewegungseinschränkung

Durchschnittliche Bewegungseinschränkung: 43°

- Palmarflexion: keiner der Patienten ohne/oder mit minimaler Bewegungseinschränkung

Durchschnittliche Bewegungseinschränkung: 51°

- Radialabduktion: keiner der Patienten ohne/oder mit minimaler Bewegungseinschränkung

1 Patient - 10° (mäßige Bewegungseinschränkung)

Durchschnittliche Bewegungseinschränkung: 15°

- Ulnarabduktion: keiner der Patienten ohne Bewegungseinschränkung

1 Patient - 5° (minimale Bewegungseinschränkung)

Durchschnittliche Bewegungseinschränkung: $11,6^{\circ}$

Proximale Fragmententfernung: 6 Patienten

- Dorsalextension: 2 Patienten - 0°
2 Patienten bis 10°

Durchschnittliche Bewegungseinschränkung: 15°

- Palmarflexion: 2 Patienten - 0°
1 Patient bis 10°

Durchschnittliche Bewegungseinschränkung: 19°

- Radialabduktion: 3 Patienten - 0°
kein Patient bis 5°
2 Patienten bis 10°
(mäßige Bewegungseinschränkung)

Durchschnittliche Bewegungseinschränkung: $5,8^{\circ}$

- Ulnarabduktion: kein Patient - 0°
1 Patient bis 5°
4 Patienten bis 10°

Durchschnittliche Bewegungseinschränkung: $12,5^{\circ}$

Die grobe Kraft war bei unseren nachuntersuchten Patienten beeinträchtigt:

	<u>MATTI-</u> <u>RUSSE</u>	<u>BARNARD-</u> <u>STUBBINS</u>	<u>Bei allen</u>
- nicht eingeschränkt:	63,4%	25%	52,4%
- gering eingeschränkt:	24,4%	33%	27%
- deutlich vermindert:	12,2%	42%	20,6%

Eine abschließende Beurteilung gaben die Patienten in der Frage, ob Sie mit dem Operationsergebnis zufrieden seien:

	<u>sehr</u> <u>zufrieden:</u>	<u>zufrieden:</u>	<u>nicht</u> <u>zufrieden:</u>
- MATTI-RUSSE:	63,4%	22%	14,6%
- BARNARD STUBBINS:	33%	25%	42%
- Bei allen:	50,8%	23,8%	25,4%
- Bei allen ohne MATTI-RUSSE:	27,2%	27,2%	45,6%

Klinische Beurteilung der nach MATTI-RUSSE operierten
Patienten:

+ +	sehr gute Heilungsergebnisse	46,3%
+	gute Heilungsergebnisse	36,6%
+ -	keine Änderung	14,6%
-	Verschlechterung	2,4%

6. Patientenvorstellungen

Aus unserer Untersuchungsreihe wollen wir folgende vier Röntgenbilder mit Fallbeschreibung vorstellen:

Patient 1: H.S., geb. 27.09.51

Trauma im September 1974, Sturz auf die rechte Hand.
Nach dem Unfall hatte der Patient sehr starke Schmerzen,
die jedoch langsam nachließen.

Leichte Beschwerden im September 1975 führten den Patienten
zum Arzt. Es wurde eine Ledermanschette verordnet, die
keine Besserung brachte. Am 19.02.1976 Vorstellung
in der Klinik. Operation am 27.04.1976.

Beckenkammspanverbolzung nach MATTI-RUSSE.



Pat. H.S. vor



und

1 a. nach Op.

Das Röntgenbild zeigt, daß der Knochen gut durchbaut ist und eine gute Stabilisierung der Navicularepseudarthrose erreicht werden konnte.

Der Patient wird 8 Tage nach der Operation aus dem Krankenhaus entlassen. Die Hand wurde 3 1/2 Monate ruhiggestellt. Die Hand ist gut belastbar, die grobe Kraft nach einem Jahr nicht mehr eingeschränkt.

Eine Bewegungseinschränkung ist nicht erkennbar:

Ulnarabduktion/Radialabduktion	rechts:	links:
	45/0/30	45/0/30
Palmarflexion/Dorsalextension	rechts:	links:
	90/0/80	90/0/80

Patient 2: K. K., geb. 15.08.35

Dem Patienten war ein Trauma nicht rememberlich. Er klagte bei der Vorstellung jedoch über Beschwerden im rechten Handgelenk, die seit mindestens 5 Jahren andauerten. Der Patient konnte seinen Beruf nicht mehr ausüben.

Operation nach MATTI-RUSSE.

Der Patient erhielt nach Röntgenkontrolle einen Oberarmgips mit Daumeneinschluß für zweimal 8 Wochen.



Pat. K.K. 3a. nach Op.

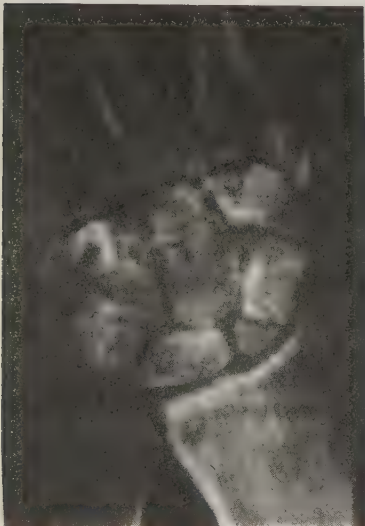
Wie in der Röntgenaufnahme zu sehen ist, hat sich im Operations-Bereich wieder eine Navicularepseudarthrose ausgebildet.

Der Patient behauptet zwar, mit dem Operationsergebnis sehr zufrieden zu sein und wieder leicht Handarbeiten durchzuführen, klagte jedoch über stechende Schmerzen.

Eine Bewegungseinschränkung der kranken zur gesunden Hand war nicht erkennbar.

Patient 3: M. K., geb. 03.05.44

Der Patient stürzte im Dezember 1973 auf die linke Hand. Trotz eines Gipsverbandes über 10 Wochen heilte die Navicularefraktur nicht aus. Im April 1974 stellte sich der Patient wegen andauernder Schmerzen in der Klinik vor.



Pat. M.K. 26.3. 1974



1 a. nach Op.

Wie auf der Aufnahme vom 26.03.1974 zu sehen ist, hatte sich das proximale Fragment des Os naviculare vollständig vom distalen entfernt.

Durch einen Schnitt radial des Flexor carpi radialis wird auf die Pseudarthrose eingegangen und nach Loslösen von seiner Bandverbindung das proximale Fragment in toto extirpiert. Das Handgelenk wurde 6 Wochen mit einem Naviculare-Gips ruhiggestellt.

Der Patient zeigte sich mit dem Operations-Ergebnis zufrieden.

Die grobe Kraft war vermindert, folgende Bewegungseinschränkung war festzustellen:

Ulnarabduktion/Radialabduktion	rechts:	links:
	30/0/14	20/0/10
Palmarflexion/Dorsalextension	rechts:	links:
	80/0/70	70/0/60

Patient 4: B. Cl., geb. 03.02.59

Die Patientin bringt die Navicularefraktur mit einem Skiunfall in Verbindung, bei dem sie eine Fibulafraktur erlitt, die Navicularefraktur jedoch übersehen wurde.

Schmerzen und Anschwellen der linken Hand beim Tragen leichter Lasten führten die Patientin in die Klinik.

Die Patientin wurde etwa 5 Monate nach dem Trauma operiert. Operation nach BARNARD-STUBBINS.

Die Röntgenbilder zeigen den Verlauf.



Pat. B.Cl. vor



und

2,5 a. nach Op.

Das linke Handgelenk wurde 16 Wochen mit einem Gipsverband ruhiggestellt.

Die Patientin zeigte sich mit dem Operationsergebnis zufrieden. Sport ist wieder möglich, sie klagt jedoch bei großer Belastung über Schmerzen. Die grobe Kraft ist eingeschränkt, auch eine minimale Bewegungseinschränkung ergibt sich:

Ulnarabduktion/Radialabduktion	rechts:	links:
	40/0/30	30/0/15
Palmarflexion/Dorsalextension	rechts:	links:
	90/0/80	80/0/70

Sie kann zwar nicht als völlig wiederhergestellt, aber als geheilt bezeichnet werden.

7. Diskussion

Die Befunde zeigen, daß das Ziel, einen guten knöchernen Durchbau und eine möglichst kleine Bewegungseinschränkung zu erzielen, nicht bei allen Patienten erreicht werden konnte. Die posttraumatische Wartezeit spielt dabei eine große Rolle. Bei länger bestehenden Pseudarthrosen kommt es als Folge der veränderten Gelenkmechanik zu arthrotischen Gelenkschäden, zu sogenannten radialen Schleifarthrosen. Diese arthrotischen Veränderungen treten mit Sicherheit als Spätfolge, oft erst nach 10 Jahren auf. Es ist deshalb unbedingt notwendig, auch bei noch geringeren Beschwerden zur Operation zu raten.

Die meisten unserer Patienten schenken den geringfügigen ersten Symptomen wenig Beachtung. Ein kleinerer Teil der Patienten (27%) ist 4 Jahre und noch länger (einmal 20 Jahre) nicht zum Arzt gegangen. Bei MEINE, BUCK-GRAMCKO und NIGST waren ca. 30% der Pseudarthrosen 5 Jahre und älter, in einem Fall sogar über 30 Jahre. EITENMÜLLER und HAAS schreiben, daß bei ca. 30% ihrer Patienten die Diagnosestellung erst nach 4 Jahren und später erfolgte. Mehr als einem Drittel unserer Patienten war das Trauma nicht genau oder gar nicht bekannt.

Der Alterdurchschnitt liegt, in Übereinstimmung mit den Angaben in der Literatur, bei etwa 27 Jahren (57% der Patienten waren zwischen 21 und 30 Jahre alt, bei SCHILLING und HERTEL 65%). EITENMÜLLER und HAAS hatten z. B. den Altersgipfel mit 44% um das 30. Lebensjahr.

Die Aufschlüsselung der Unfallursachen ergab eine gleichmäßige Verteilung auf Sport-, Arbeits- und sonstige Unfälle. Interessant ist die hohe Zahl der Sportverletzungen

in unserer Nachuntersuchungsreihe, während sie bei SELLENTIN et al. und EITENMÜLLER-HAAS viel niedriger liegt.

Die Verteilung auf die Geschlechter zeigte, daß der Anteil der operierten Frauen mit 5,6% noch geringer ist als bei anderen Autoren (SELLENTIN, LANGER, WAGNER, FICKERT), die 16,6% verzeichnet hatten. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß sie 112 frische Frakturen und nur 29 Pseudarthrosen behandelt hatten.

Die Ruhigstellung, wie bei frischen Kahnbeinbrüchen, ist für bestehende Pseudarthrosen abzulehnen, da sie nie zu einer knöchernen Ausheilung führt. Je länger eine Pseudarthrose besteht, desto schwieriger ist es, sie zur Ausheilung zu bringen.

Die operative Behandlung hingegen führt zu guten Ergebnissen, wobei sich nach unserer Meinung die Methode nach MATTI-RUSSE als geeignet herausgestellt hat. KRAYENBÜHL berichtet über 60 Fälle, von denen 88% mit der Beckenkammbolzung ausheilten. J. P. EITENMÜLLER und H. G. HAAS zeigten, daß 76% der von ihnen nach MATTI-RUSSE operierten Pseudarthrosen knöchern verheilten. Sie wiesen jedoch darauf hin, daß sie einen beträchtlichen Anteil an lang bestehenden oder voroperierten Pseudarthrosen unter ihren Patienten hatten.

Wie auch bei unserem 2. Patientenbeispiel zu sehen ist, werden die Heilungsaussichten mit der Dauer des Bestehens der Pseudarthrose (mehr als 5 Jahre) immer schlechter.

MEINE, BUCK-GRAMCKO und NIGST sind mit corticospongiösem Span zu einem Ergebnis von 83% Heilungen gekommen. Aus diesem Patientengut kam sogar eine Gruppe von Patienten

ohne Voroperation und nur mit Darmbeinspan auf die beachtliche Heilungsrate von 93%. Dies belegt die guten Heilungsperspektiven bei primärer und sachgerechter Versorgung.

In der klinischen Beurteilung unserer Patienten, die nach der MATTI-RUSSE-Methode operiert wurden, können 83% als geheilt bezeichnet werden. Dabei fällt eine interessante Diskrepanz zwischen der objektiven klinischen Untersuchung und der subjektiven Zufriedenheit der Patienten auf. SELLEN-TIN bemerkt eine entsprechende Abweichung und führt dies auf ein postoperatives Besserungsgefühl zurück.

Nach objektiven klinischen Gesichtspunkten haben 46,3% der Patienten sehr gute Heilungsergebnisse. Subjektiv waren aber wesentlich mehr Patienten mit der Operation sehr zufrieden, nämlich 63,4%. Nur bei einem Patienten von 42 ist eine deutliche Verschlechterung festgestellt worden.

Bei den vier gemessenen Bewegungen (Dorsalextension, Palmarflexion, Radialabduktion, Ulnarabduktion) konnten wir in 44 - 61% der Fälle eine Einschränkung nicht feststellen. Dagegen haben 75 - 92% der nach dem BARNARD-STUBBINS-Verfahren Behandelten z. T. größere Bewegungseinschränkungen (siehe Ergebnisse, Seite 34 - 38).

Die postoperative Entwicklung der groben Kraft war im Vergleich bei den nach MATTI-RUSSE Operierten ebenso deutlich besser. 63% der Patienten hatten (gegenüber 25% bei den nach BARNARD-STUBBINS Operierten) keine Beeinträchtigung der groben Kraft.

Wie die Ergebnisse zeigen, sind die Resultate bei den nach MATTI-RUSSE operierten Patienten erheblich besser

als bei den nach BARNARD-STUBBINS Operierten. Andere Methoden, die wegen ihrer geringen Zahl zu statistischen Zwecken nicht herangezogen werden konnten, hatten noch wesentlich schlechtere Ergebnisse mit größeren Einschränkungen der Bewegung und groben Kraft gezeigt. Dies bestätigt die allgemeine Bevorzugung der MATTI-RUSSE-Methode. Die Ergebnisse von Chr. KRAYENBÜHL mit 88% Heilung, J. P. EITENMÜLLER und H. G. HAAS mit 76% Heilung sowie D. BUCK-GRAMCKO und H. NIGST mit 83% Heilung bestätigen unsere in 83% positiven Ergebnisse bei dieser Operationsmethode.

8. Zusammenfassung

Die Navicularepseudarthrose stellt weiterhin ein wichtiges Problem in der Orthopädie dar. Obwohl mit besseren Operationsmethoden, wie die Erfolge nach MATTI-RUSSE zeigen, bessere Ergebnisse erzielt werden, gibt es noch verschiedene Probleme.

Die Navicularepseudarthrose kommt hauptsächlich bei jungen Menschen (27 Jahre) vor, bedarf einer langwierigen Behandlung. Ihre Prognose verschlechtert sich mit der Dauer ihres Bestehens.

Es ist bei Verdacht auf eine Navicularefraktur, wie bereits einleitend erwähnt, sehr wichtig, auf eine genaue Anamnese zu achten. Ebenso darf eine Röntgenkontrolle nicht unterlassen werden. Im Zweifelsfall muß eine Röntgenkontrolle nach zwei Wochen wiederholt werden (Naviculareserie!).

Die Ursachen der Pseudarthrosenbildung sind:

- biologische Ursachen (anatomische Lage, schlechte Blutversorgung, schlechte Kallusbildung)
- mechanische Ursachen (Kippmechanismus des Kahnbeins)
- Fehldiagnosen
- falsche Therapie.

Nur wenn alle diese Faktoren beachtet werden, kann man sowohl Navicularefrakturen als auch Navicularepseudarthrosen mit guten Ergebnissen behandeln.

Bei den voll ausgebildeten Pseudarthrosen haben unsere Operationsergebnisse die Untersuchungen anderer Autoren (siehe Diskussion) bestätigt, daß sich die Methode nach MATTI-RUSSE als erfolgreichste Operationsmethode erwiesen hat.

9. Literatur

AALAM, M., DREYER, J.:

Beitrag zur Spannung von Navicularepseudarthrose
Chir. Praxis 16, (1972)

ADAMS, J. D., LEONHARD, R. D.:

Fracture of the carpal scaphoid
New Engl. Journal of Med. 198, 401 (1928)

AGNER, O.:

Treatment of non-united navicular fractures by
total excision of the bone and insertion of
acryl protheses.
Acta orthop. scand. 33, 235 (1963)

ALLGÖWER, M.:

Chirurgie
Springer, Berlin-Heidelberg-New York (1973)

ARNALDES, G. et al:

Behandlung der Kahnbeinpseudarthrose durch den
gestielten Radiusknochenspan
Therapiewoche 28, 4455 (1978)

BARNARD, L., STUBBINS, S. G.:

Styloidectomy of the radius in surgical treatment of
non-union of the carpal navicular
J. Bone Jt. Surg. 30, 98 (1948)

BÖHLER, L., TROJAN, E., JAHNA, H.:

Behandlungsergebnisse von 734 frischen einfachen
Brüchen des Kahnbeinkörpers der Hand.
Wiederherstellungschir. u. Trauma 2, 86 (1954)

BÖHLER, L.:

Die Technik der Knochenbruchbehandlung

13. Aufl. Bd. I, Maudrich, Wien (1957)

BUCK-GRAMCKO, D.:

Die operative Behandlung der Kahnbeinpseudarthrose

Dtsch. Ges. Orthop, 53 Kongr. Hambg. 1966

Beil. Z. Orthop. 103, 273 (1967)

BUCK-GRAMCKO, D.:

Zur Denervation des Handgelenks und der Mittel-
gelenke der Finger

Handchirurgie 1, 179 (1969)

BUCK-GRAMCKO, D.:

Le traitement des pseudarthroses du scaphoid en
particulier par l'opération der Matti-Russe

Rev. Chir. Orthop. 58, 706 (1972)

BUNNEL, S.:

Fracture of the scaphoid

Surgery of the Hand

Lippincott, Philadelphia (1944)

BUNNEL, S. - BÖHLER, L.:

Die Chirurgie der Hand II. Teil

Maudrich, Wien, Bonn, Bern 1959

CARSTENSEN, E., KEICHEL, F., SCHLUETTER, D.:

Ursachen der Kahnbeinpseudarthrose

Bruns Beitr. f. Klin. Chir. 204, 115 (1962)

CONTZEN, H.:

Die Navicularepseudarthrose und ihre Behandlung
Chirurg 28, 315 (1957)

EITENMÜLLER, J. P. und HAAS, H. G.:

Behandlungsergebnisse bei 258 Kahnbeinverletzungen
an der Hand
Arch. Orth. Traum. Surg 91., 45 (1978)

ENDER, H. G.:

Zur Behandlung von veralteten Brüchen und Pseudarthrosen
des Kahnbeins mit der Kahnbeinplatte
Unfallheilkunde 80, 509 (1977)

FLEISCHER, H.:

Die autoplastische Spongiosaeinpflanzung bei
Kahnbeinpseudarthrosen
Langenbecks Archiv f. Klin. Chirurg. 68, 309 (1965)

GEISER, M.:

Beiträge zur Biologie der Knochenbruchheilung
Z. orthop. Chir. (Beihefte) 97, (1963)

GEISSENDÖRFER, H.:

Die Ergebnisse der Nagelung bei veralteten Kahn-
beinbrüchen der Hand
Chirurg. 15, 638 (1943)

GÖHRINGER, C. F.:

Follow-up of surgical treatment for non-union
of the carpal scaphoid bone
Arch. Surg. 58, 291 (1949)

HEIM, U.:

Zur Verschraubung der Navikularefraktur nach
der AO-Technik

Therapiewoche 28, 4459 (1978)

HIRSCH, M.:

Die Verletzungen der Handwurzel

Ergebn. Chir. Orthop. 8, 718 (1914)

HIRSCH, M.:

Beitrag zur Frage der Heilungsmöglichkeiten des
Kahnbeinbruches

Langenbecks Arch. f. Klin. Chir. 151, 793 (1928)

HIRSCH, M.:

Die Verletzung der Handwurzel

Chir. Orthop. (1942)

KESSLER, J.:

Some aspects in non-union of fractures of the
carpal scaphoid

J. of Trauma 3, 442 (1963)

KOEB, E.:

Ergebnisse nach der Verschraubung der Kahnbein-
pseudarthrose an der Hand

Handchir. 2, 205 (1970)

KOEB, E.:

Möglichkeiten der Fehler bei der Verschraubung
des Kahnbeinbruches der Hand

Handchirurgie 4, 67 (1972)

KRAYENBÜHL, CHR.:

Zur operativen Behandlung der Navikularepseudarthrose nach Matti-Russe

Inaug.-Diss., Zürich (1970)

LANGE, M.:

Lehrbuch der Orthopädie und Traumatologie

3. Bd., Stuttgart, 1967

LANZ, T. v. und WACHSMUTH, W.:

Praktische Anatomie I. Band, Teil 3

Springer (1959)

LEXER, E:

Über die Entstehung der Pseudarthrose nach

Frakturen und Knochentransplantationen

Langenbecks Arch. f. Klin. Chir. 119, 520 (1922)

LOGROSCINO, D., DE MARCHI, E.:

Vascularizzazione e trofopate della ossa del carpo

Chir. Org. Movimento (1938)

LÜTZELER, H.:

Die Entstehung der Pseudarthrose nach Bruch des Kahnbeins der Hand

Dtsch. Zschr. Chir. 235, 450 (1932)

MATTI, H.:

Über die Behandlung der Navicularfraktur und der Refrakтура patellae durch Plombierung mit Spongiosa

Zentralbl. f. Chir. 64, 2353 (1937)

MAY, E.:

Handgelenksform und Navicularefraktur

Therapiewoche 28, 4427 (1978)

MEINE, J., BUCK-GRAMCKO, D., NIGST, H.:

Die Kahnbeinpseudarthrose: Ergebnisse verschiedener
Behandlungsmethoden

Handchirurgie 6, 181 (1974)

MÜLLER-FÄPBER, J.:

Ergebnisse verschiedener Operationsmethoden bei Kahn-
beinpseudarthrosen der Hand

Unfallheilkunde 80, 345 (1977)

MURRAY, G.:

End Results of Bone Grafting for Non-union of
the Carpal Navicular

J. Bone Jt. Surg. 28, 749 (1946)

NIEDENZU, H.:

Über Navikularefrakturen der Hand

Bruns Beitr. f. Klin. Chir. 204, 456 (1962)

OBLETZ, B. E., HALBSTEIN, B. M.:

Ausbleibende Heilung bei Brüchen des Handkahnbeines

J. Bone Jt. Surg. 20, 424 (1938)

OBLETZ, B. E.:

Fresh fractures of the carpal scaphoid

Surg. Gynec. and Obstet. 78, 83 (1944)

PANNIKE, A.:

Osteosynthese in der Handchirurgie

Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York (1972)

RITTER, U.:

Anzeige, Erfolgsaussichten und Misserfolge bei der

Behandlung veralteter Kahnbeinbrüche und Pseudarthrosen

Chirurg 2-4, 212 (1953)

RUSSE, O.:

Behandlungsergebnisse der Spongiosaauffüllung

bei Kahnbeinpseudarthrose

Z. Orthop. 81, 466 (1951)

SCHILLING, W., HERTEL, E.:

Operative Behandlung der Kahnbeinpseudarthrose

Therapiewoche 28, 4528 (1978)

SCHINDLER, H. S. :

Erfahrungen mit der Knochenspanimplantation bei

Navicularepseudarthrosen

Mschr. für Unfallheilkunde und

Versicherungsmedizin 64, 23 (1961)

SCHINK, W.:

Kahnbeinpseudarthrose

Handchirurgischer Ratgeber, Springer Verlage,

Berlin-Göttingen-Heidelberg (1960)

SCHNEK, F.:

Die anatomisch-konstitutionelle Bedingtheit der
typischen Handwurzelverletzungen und die Erfolge
der konservativen Behandlung

Bruns Beiträge f. Klin. Chir. 146, 333 (1929)

SCHNEK, F.:

Zur Entstehung, Behandlung und Verhütung der
sog. Post-traumatischen Navicularcyste

Zentralbl. f. Chirurgie 2600 (1930)

SCHNEK, F.:

Die Verletzungen der Handwurzel

Ergebnisse der Chir. und Orthop. 23, 1 (1930)

SEGMÜLLER, G.:

Operative Stabilisierung am Handskelett

Verlag H. Huber, Stuttgart-Wien-Bern (1923)

SELLENTIN, W., LANGER, G., WAGNER, W., FICKERT, CH.:

Klinischer Beitrag zur Fraktur des Os Naviculare
der Hand

Beitr. Orthop. u. Traumatol. 23, 496 (1976)

TROJAN, E.:

Die Bruchformen des Kahnbeins der Hand

Wiener Med. Wschr. 104, 1024 (1954)

TROJAN, E., JAHNA, H.:

Die konservative Behandlung des veralteten Kahn-
beinbruches der Hand

Arch. Orth. Unfallchir. 47, 99 (1955)

TROJAN, E.:

Zur Röntgendiagnostik des Kahnbeinbruches der Hand
Klin. Med. 228, 15 (1960)

TROJAN, E.:

Die Behandlung des Kahnbeinbruchs der Hand
Chir. Praxis 437, 99 (1961)

A WENGEN, H.:

Zum Kahnbeinbruch der Hand und seine unfallmedi-
zinische Bedeutung
Verlag Hans Huber, Stuttgart-Wien-Bern (1971)

WETTMANN, U.:

Zur Behandlung der Navikularpseudarthrose
Z. Orthop. 116, 267 (1978)

WILHELM, A.:

Diskussionsbeitrag
in Langenbecks Arch. f. Klin. Chir. 306, 73 (1965)

WILHELM, A.:

Die Gelenkdenervation und ihre anatomischen Grundlagen
Hefte Unfallheilkunde 86, Berlin-Heidelberg-New York:
Springer (1966)

WILHELM, A. und SPERLIN, M.:

Zur Technik der zentralen Navicularverspannung
Chir. 34, 29 (1963)

WILLENEGGER, H., MÜLLER, M. E., ALLGÖWER, M.:

Technik der operativen Frakturbehandlung
Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg (1963)

WIPFLI, W.:

Operative Behandlung von Navicularpseudarthrosen
der Hand

Inaug.-Diss. Zürich (1961)

WITT, A. N.:

Die Behandlung der Pseudarthrose

Walter de Gruyter j. Co Berlin (1952)

Herrn Prof. Dr. B. Rosemeyer möchte ich für die Überlassung
des Themas und für die vielen Anregungen herzlich danken.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. Dr. habil. R. Aigner
für seine vorzüglichen Ratschläge und tatkräftige Hilfe,
außerdem meiner Mutter für die schönen Zeichnungen und
Frau M. Bischko für die geduldige Schreibarbeit.

Mario B e r k i

3. 1. 1951 in Budapest geboren;
Vater: Geza Berki
Mutter: Eva Berki, geb. Fodor
- 1957 - 1965 Grundschule in Budapest
- 1965 - 1968 Gymnasium in Budapest
- 1968 Ungarn verlassen
- 1968 - 1971 Neusprachliches Gymnasium in Kastl
 bei Amberg
19. 6. 1971 Abitur
- 1971 - 1973 Studium der Philosophie und Physik
 an der Ludwig-Maximilians-Universität,
 München
- 1973 - 1980 Studium der Medizin an der Ludwig-
 Maximilians-Universität, München
10. 4. 1980 Staatsexamen in Medizin
- ab 11. 1980 Wissenschaftlicher Assistent in der
 Anatomischen Anstalt der Ludwig-
 Maximilians-Universität, München
29. 1. 1981 Erhalt der deutschen Staatsbürgerschaft
16. 3. 1981 Approbation

